



USO DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN LAS TIC PARA LA VISUALIZACIÓN DE CONCEPTOS INVOLUCRADOS EN EL APRENDIZAJE DEL ELECTROMAGNETISMO, EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA.

ALVAREZ DE FERNÁNDEZ, T. (1)

Dirección. Instituto Universitario de Tecnología Tomás Lander - UNEFA terrealvarez55@gmail.com

Resumen

La presente propuesta se basa en la utilización de estrategias didácticas para el aprendizaje del Electromagnetismo, concebidas con la utilización de los recursos que ofrecen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que se centren en la visualización de conceptos matemáticos complejos, necesarios para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos. Las estrategias fueron utilizadas con alumnos que cursan la materia Física II, del Ciclo Básico de Ingeniería de la UNEFA, Venezuela, que, por su procedencia, arriban a la universidad con grandes dificultades matemáticas. Los resultados obtenidos muestran una mejoría en la superación de las dificultades en el aprendizaje de la Física, relacionadas con los fenómenos electromagnéticos, reportadas en la literatura.

El aprendizaje de la Física General en las carreras de ingeniería está, en muchas ocasiones, afectado por el poco dominio que tienen los estudiantes de las herramientas matemáticas necesarias para la formalización de los fenómenos en estudio. En el caso particular del electromagnetismo, esto se acrecienta por el hecho de que los conceptos matemáticos relativos al cálculo vectorial, en la mayoría de los currículos de ingeniería, se estudian simultáneamente con los fenómenos electromagnéticos, signados por el carácter vectorial del campo electromagnético. Las dificultades en el aprendizaje del electromagnetismo, que ya traen asociada la propia complejidad que el concepto físico de campo entraña para los estudiantes, se refuerzan por las propias dificultades de los conceptos matemáticos en que se sustenta el cálculo vectorial, como lo son flujo, circulación, divergencia o rotacional, que no han sido, a esas alturas, suficientemente

aprehendidos.

En años recientes, la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA) de Venezuela ha abierto el acceso a carreras de Ingeniería en sedes que, en general, se nutren de estudiantes que, en su gran mayoría, no fueron admitidos en las instituciones tradicionales, al no pasar los filtros impuestos por los mecanismos de ingreso. De manera que, ya llegan en desventaja para enfrentarse a los retos que normalmente suponen, para estos estudiantes, el estudio de las Ciencias Básicas.

El desarrollo de las TIC ha permitido la producción de recursos basados en applets o aplicaciones interactivas que, que dado su carácter virtual, hacen posible la visualización de fenómenos y conceptos abstractos. El acceso a esos recursos, muchos de ellos generados en prestigiosas universidades, están al alcance de un clic en los lugares más remotos, donde existan instituciones que ofrecen carreras similares a aquellas para las cuales fueron concebidos.

Gilbert (2005) sostiene que *los estudiantes de ciencias deben convertirse en metacognitivos respecto a la visualización*. Haciendo referencia al libro de Jonson-Laird Moreira (2000) plantea que las imágenes, ya sea como casos especiales de *modelos mentales* o como otro tipo de representación mental, tienen implicaciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. En este trabajo, sin embargo, no nos proponemos demostrar que el uso de las simulaciones para la visualización de conceptos, ha permitido la formación de estos modelos mentales en los alumnos, pero lo dejamos como una posible alternativa teórica para explicar los resultados obtenidos.

La investigación se basó en estudiar el efecto que tiene en el aprendizaje de los fenómenos electromagnéticos, la visualización de conceptos involucrados en sus leyes, especialmente en la Ley de Gauss, mediante el uso de simulaciones en clases. Las dificultades en el aprendizaje de la Ley de Gauss en los cursos de Física para estudiantes de ingenierías, han sido previamente estudiadas y categorizadas como: de interpretación de la ley y conceptuales (que abordaremos de forma conjunta en este trabajo) y dificultades operacionales en la utilización de la ley (Moreira, 2006). Dado el contexto en que realizamos nuestra investigación, nos centramos en el estudio de las dificultades conceptuales y de interpretación y no en las de su utilización, que estarían asociadas a deficiencias matemáticas más profundas.

METODOLOGÍA.

En la clase que corresponde con el contenido de la Ley de Gauss, se hizo uso de una computadora portátil, conectada a Internet de forma inalámbrica, y de un video beam, para mostrar e interactuar con la aplicación desarrollada por el MIT Physics 8.02 Electricity & Magnetism, localizada en:

<http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/vectorfields/surfaceintegrals/surfaceintegrals.htm>

(Copyright © 2004 MIT)

Antes de introducir la formulación de la Ley de Gauss los alumnos interactuaron con la simulación, “observando” el flujo a través de diferentes superficies, para distintas orientaciones de cada una de ellas, y

diferentes “magnitudes” de la carga de la partícula que genera el campo. Esta simulación no permite variar el área a través de la cual se calcula el flujo, pero sí da la posibilidad de *observar* que el flujo aumenta al aumentar la magnitud del vector, y que varía con la orientación relativa del vector y la superficie. Una ventana con valores numéricos relativos para ese flujo, siempre a través de una superficie abierta, permite incluso observar la posición relativa de la carga y la superficie, cuando su valor es cero.

Se orientó a los alumnos, distribuidos en equipos de trabajo, que hicieran anotaciones cualitativas de los cambios que observaban en los valores reflejados para el flujo en cada una de las situaciones.

Como segunda actividad se trabajó con el applet *Ley de Gauss para un sistema de cargas puntuales*, desarrollado por Alberto Ramil [de la Universidad da Coruña, localizado en:](http://www.ii.udc.es/lail/em/campo_E/LeyGauss2.html)

http://www.ii.udc.es/lail/em/campo_E/LeyGauss2.html

(© 2004 [Alberto Ramil](#)).

Se les orientó a los equipos que, inicialmente, con el cuadro pequeño, anotaran los valores del flujo correspondiente a cada una de las cargas por separado, con su signo correspondiente. A continuación, con el recuadro de mayor tamaño, que anotaran los valores del flujo en la medida en que iban encerrando las diferentes cargas por pares.

Posteriormente se presentó la formulación de la Ley de Gauss, con el análisis físico correspondiente, y se constataron sus predicciones con los resultados obtenidos anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En una actividad posterior, se aplicó un cuestionario, para medir el aprendizaje del tema, tanto al grupo control como al experimental. El Grupo Experimental (Grupo A) está formado por 20 estudiantes del IV Semestre del Ciclo Básico de Ingeniería de la UNEFA, de una población de 120 alumnos. El Grupo Control lo forman 25 estudiantes, pertenecientes a la misma población. El rendimiento académico de ambos grupos en la materia Física I, que antecedió al estudio de la actual, en el semestre anterior, no arrojó diferencias significativas.

Las preguntas del cuestionario (ANEXO) se obtuvieron de los QUICK QUIZ del libro *Physics for Scientists and Engineers*, Serway, R., Jewett, W. 6th Edition ©2004. Brooks/Cole.

Las respuestas a las preguntas del cuestionario se distribuyeron según la tabla que se muestra a continuación. Se consideran respuestas incorrectas las preguntas que no fueron respondidas.

PREGUNTA		1		2		3		4		5		6					
		C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
GRUPO	A	14	6	13	7	14	6	17	3	15	5	16	4	20	0	14	6
	B	7	18	10	15	14	11	15	10	9	16	15	10	15	10	7	18

A los resultados anteriores se les aplicó una Prueba de Diferencia de Proporciones, con un nivel de significación de 0,05, obteniéndose un valor del estadístico Z de 1,82, por encima del valor crítico de 1,645. Esto nos lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar que las diferencias observadas en la proporción de las respuestas correctas en el Grupo Experimental, de 74% es significativamente superior al 47% obtenida en el Grupo Control.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.

Este es un estudio preliminar que debe de ser reforzado con experiencias similares en el estudio de otras leyes y conceptos, y complementado con métodos de investigación cualitativa.

No obstante, los resultados obtenidos permiten suponer que, la visualización de conceptos de carácter matemático, posibles gracias al desarrollo de las TIC y las simulaciones interactivas, ayudan a superar las dificultades de aprendizaje de los fenómenos electromagnéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gilbert. J.K., et.al., 2005. Models and Modeling in Science Education. Visalization in Science Education. Springer, Netherland.

Moreira, M.A., Greca, I.M. 2000. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Recuperado de la WWW en enero 2008, en:

<http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/conf2.pdf>

Moreira, M.A., Krey, I. 2006. Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física

ANEXO

CUESTIONARIO

1.- Suponga una superficie gaussiana esférica de radio R que contiene una carga Q colocada en su centro. Si se cambia esta superficie por otra de radio $R/2$, ¿qué sucede con el flujo a través de la esfera y con la magnitud del campo electrostático en la superficie de la misma?:

- a) Tanto el flujo como la magnitud del campo aumentan.
- b) Tanto el flujo como la magnitud del campo disminuyen.
- c) El flujo aumenta y la magnitud del campo disminuye.
- d) El flujo disminuye y la magnitud del campo aumenta.
- e) El flujo permanece constante y la magnitud del campo aumenta
- f) El flujo disminuye y la magnitud del campo disminuye.

2.- En una región del espacio donde no existe carga eléctrica, se coloca una superficie cerrada en un campo eléctrico. El requerimiento para que el flujo a través de esa superficie sea cero es:

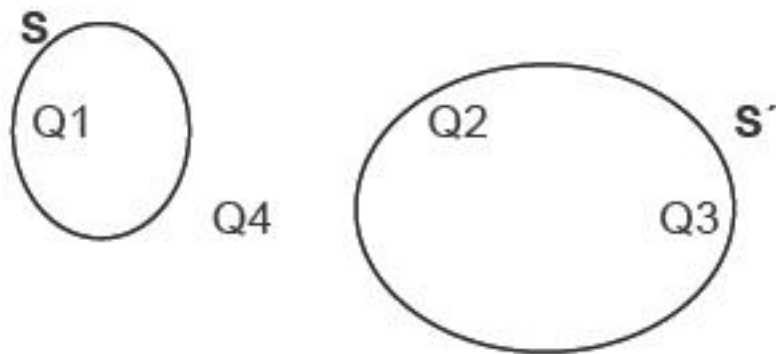
- a) El campo tiene que ser uniforme.
- b) La superficie tiene que ser simétrica.
- c) La superficie tiene que estar orientada de cierta forma específica.
- d) El requerimiento no existe pues el flujo siempre será cero en esas condiciones.

3.- Si el flujo neto a través de una superficie gaussiana es cero, las siguientes cuatro afirmaciones pudieran ser verdaderas. ¿Cuál de las afirmaciones *tiene* que ser verdadera?

- a) No hay cargas dentro de la superficie.
- b) La carga neta encerrada por la superficie es cero.
- c) El campo eléctrico es cero en cualquier punto de la superficie.

4.- Considere la distribución de cargas mostrada en la figura:

Las cargas que contribuyen al flujo total a través de la superficie S' son:



- a) Sólo $Q1$
- b) Sólo $Q4$
- c) $Q2$ y $Q3$
- d) Las cuatro cargas.
- e) Ninguna de esas cargas.

5. De nuevo considere la distribución de cargas mostrada en la figura anterior. Las cargas que contribuyen

al campo eléctrico total en un punto dado de la superficie S son:

- a) Sólo q_1
- b) Sólo q_4
- c) q_2 y q_3
- d) Las cuatro cargas.
- e) Ninguna de esas cargas.

6.- La carga neta encerrada por una superficie esférica S es Q. Diga si el flujo del CE a través de la superficie que encierra la carga aumenta, disminuye o permanece constante, en cada uno de los siguientes casos:

- a) Se cambia la esfera por un cubo.
- b) Se triplica el valor de la carga encerrada por S.
- c) Se aumenta el área de la esfera hasta duplicar el volumen encerrado por la misma.

CITACIÓN

ALVAREZ, T. (2009). Uso de estrategias didácticas basadas en las tic para la visualización de conceptos involucrados en el aprendizaje del electromagnetismo, en estudiantes de ingeniería.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 551-557
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-551-557.pdf>